

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>I</b>	<b>Grundlagen der Biochemie und der Molekularen Zellbiologie</b> . . . . .	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Ohne Wasser kein Leben</b> . . . . .	<b>3</b>
	<i>Peter C. Heinrich</i>	
1.1	Eigenschaften des Wassers . . . . .	3
1.2	Kolligative Eigenschaften des flüssigen Wassers und osmotischer Druck . . . . .	6
1.3	Autoprotolyse von Wasser, pH-Wert . . . . .	7
1.4	Säuren und Basen . . . . .	8
1.5	Puffersysteme . . . . .	10
<b>2</b>	<b>Vom Molekül zum Organismus</b> . . . . .	<b>14</b>
	<i>Hartmut Follmann †</i>	
2.1	Die chemischen Elemente lebender Organismen . . . . .	14
2.2	Charakteristische Eigenschaften organischer Biomoleküle . . . . .	17
2.3	Von chemischer Materie zu biologischer Vielfalt . . . . .	23
<b>3</b>	<b>Kohlenhydrate, Lipide, Aminosäuren und Nucleotide – Bausteine des Lebens</b> . . . . .	<b>26</b>
	<i>Georg Löffler, Matthias Müller</i>	
3.1	Kohlenhydrate . . . . .	26
3.2	Lipide . . . . .	32
3.3	Aminosäuren . . . . .	39
3.4	Nucleotide . . . . .	42
	<b>Tafelteil</b> . . . . .	<b>47</b>
<b>4</b>	<b>Bioenergetik</b> . . . . .	<b>54</b>
	<i>Thomas Kriegel, Wolfgang Schellenberger</i>	
4.1	Thermodynamische Grundlagen . . . . .	54
4.2	Energietransformation und energetische Kopplung . . . . .	57
4.3	Verbindungen mit hohem Gruppenübertragungspotenzial . . . . .	58
<b>5</b>	<b>Proteine – Struktur und Funktion</b> . . . . .	<b>61</b>
	<i>Hans R. Kalbitzer</i>	
5.1	Aufbau von Proteinen . . . . .	61
5.2	Konformation von Proteinen . . . . .	62
5.3	Hämoglobin und Myoglobin: Ein wichtiges Beispiel für die Konformationsabhängigkeit funktioneller Eigenschaften . . . . .	75
5.4	Physiologische und pathologische Faltungsprozesse bei Proteinen . . . . .	80
5.5	Proteinevolution . . . . .	84
<b>6</b>	<b>Proteine – Analytische Untersuchungsmethoden, Synthese und Isolierung</b> . . . . .	<b>86</b>
	<i>Hans R. Kalbitzer</i>	
6.1	Isolation und Reinigung von Proteinen . . . . .	86
6.2	Charakterisierung von Proteinen . . . . .	90
6.3	Nachweisverfahren und Identifizierung von Proteinen . . . . .	92
6.4	Methoden zur Aufklärung der dreidimensionalen Struktur von Proteinen . . . . .	95
6.5	Proteombestimmung (Proteomik) . . . . .	98
6.6	Synthese von Peptiden und Proteinen . . . . .	99
<b>7</b>	<b>Enzyme – Grundkonzepte der Biokatalyse</b> . . . . .	<b>101</b>
	<i>Thomas Kriegel, Wolfgang Schellenberger</i>	
7.1	Struktur und Funktion der Biokatalysatoren . . . . .	101
7.2	Nomenklatur und Klassifizierung der Enzyme . . . . .	105

7.3	<b>Multiple Formen von Enzymen</b>	106
7.4	<b>Ribozyme</b>	107
7.5	<b>Mechanismen der Enzymkatalyse</b>	107
7.6	<b>Definition, Maßeinheiten und Bestimmung der Enzymaktivität</b>	108
7.7	<b>Michaelis-Menten-Gleichung</b>	111
<b>8</b>	<b>Regulation der Enzymaktivität</b>	<b>115</b>
	<i>Thomas Kriegel, Wolfgang Schellenberger</i>	
8.1	<b>Einfluss von Temperatur und pH-Wert auf die Enzymaktivität</b>	115
8.2	<b>Abhängigkeit der Enzymaktivität von der Enzym- und Substratkonzentration</b>	116
8.3	<b>Regulation der Enzymaktivität durch Hemmstoffe</b>	116
8.4	<b>Kooperativität und allosterische Kontrolle der Enzymaktivität</b>	119
8.5	<b>Regulation der Enzymaktivität durch covalente Modifikation</b>	122
8.6	<b>Regulation der Enzymaktivität durch Protein-Protein-Interaktion</b>	124
<b>9</b>	<b>Enzyme in Forschung, Diagnostik und Therapie</b>	<b>125</b>
	<i>Thomas Kriegel, Wolfgang Schellenberger</i>	
9.1	<b>Anwendung von Enzymen in der Medizin</b>	125
9.2	<b>Bestimmung von Enzymen in biologischen Flüssigkeiten (Enzymdiagnostik)</b>	126
9.3	<b>Enzyme als Zielstrukturen von Pharmaka</b>	129
<b>10</b>	<b>Nucleinsäuren – Struktur und Funktion</b>	<b>130</b>
	<i>Hans-Georg Koch, Jan Brix, Peter C. Heinrich</i>	
10.1	<b>Struktur und Funktion von DNA und RNA</b>	130
10.2	<b>Die DNA-Struktur</b>	131
10.3	<b>DNA als Trägerin der Erbinformation</b>	141
10.4	<b>Funktion und Struktur der RNA</b>	146
<b>11</b>	<b>Biomembranen</b>	<b>149</b>
	<i>Lutz Graeve, Matthias Müller</i>	
11.1	<b>Aufbau und Eigenschaften von Biomembranen</b>	149
11.2	<b>Membranfluidität</b>	149
11.3	<b>Lipid rafts oder membrane rafts</b>	150
11.4	<b>Membranproteine</b>	152
11.5	<b>Transport durch Membranen</b>	153
11.6	<b>Biosynthese von Membranen</b>	155
<b>12</b>	<b>Zellorganellen und Vesikeltransport</b>	<b>157</b>
	<i>Lutz Graeve, Matthias Müller</i>	
12.1	<b>Die Zellkompartimente</b>	157
12.2	<b>Vesikulärer Transport</b>	166
12.3	<b>Proteinsortierung</b>	169
<b>13</b>	<b>Cytoskelett</b>	<b>174</b>
	<i>Lutz Graeve, Matthias Müller</i>	
13.1	<b>Mikro- oder Actinfilamente</b>	174
13.2	<b>Mikrotubuli</b>	177
13.3	<b>Intermediärfilamente</b>	178
13.4	<b>Motorproteine</b>	179

<b>II</b>	<b>Zellulärer Metabolismus</b>	<b>181</b>
<b>14</b>	<b>Glucose – Schlüsselmolekül des Kohlenhydratstoffwechsels</b>	<b>183</b>
	<i>Georg Löffler, Matthias Müller</i>	
14.1	Katabole Verwertung von Glucose und Fructose	183
14.2	Bildung und Verwertung der Glycogenspeicher	192
14.3	Die Gluconeogenese – endogene Glucoseproduktion	195
<b>15</b>	<b>Mechanismen der Glucosehomöostase</b>	<b>199</b>
	<i>Georg Löffler, Matthias Müller</i>	
15.1	Glucosetransport durch Membranen	199
15.2	Regulierte Leerung und Füllung der Glycogenspeicher	203
15.3	Steuerung von Glucoseabbau und Glucoseproduktion	208
<b>16</b>	<b>Zucker – Bausteine von Glykoproteinen und Heteroglycanen</b>	<b>214</b>
	<i>Georg Löffler</i>	
16.1	Glucose als Substrat für die Biosynthese anderer Zucker, Aminosucker und Zuckersäuren	214
16.2	Die Saccharide von Proteoglycanen, Hyaluronsäure und Peptidoglycan	218
<b>17</b>	<b>Pathobiochemie des Kohlenhydratstoffwechsels</b>	<b>222</b>
	<i>Georg Löffler</i>	
17.1	Erworbene Defekte des Kohlenhydratstoffwechsels	222
17.2	Hereditäre Defekte des Kohlenhydratstoffwechsels	224
<b>18</b>	<b>Der Citratzyklus – Abbau von Acetyl-CoA zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O</b>	<b>226</b>
	<i>Ulrich Brandt</i>	
18.1	Stoffwechselbedeutung des Citratzyklus	226
18.2	Einzelreaktionen des Citratzyklus	228
18.3	Regulierte Schritte im Citratzyklus	231
18.4	Anabole Reaktionen im Citratzyklus	232
18.5	Pathobiochemie	234
<b>19</b>	<b>Mitochondrien – Organellen der ATP-Gewinnung</b>	<b>235</b>
	<i>Ulrich Brandt</i>	
19.1	Die mitochondriale Energietransformation	235
19.2	Pathobiochemie der Mitochondrien	249
<b>20</b>	<b>Oxidoreduktasen und oxidativer Stress</b>	<b>252</b>
	<i>Ulrich Brandt</i>	
20.1	Katalyse von Redoxreaktionen durch Oxidoreduktasen	252
20.2	Oxidativer Stress	254
<b>21</b>	<b>Lipogenese und Lipolyse – Bildung und Verwertung der Fettspeicher</b>	<b>257</b>
	<i>Georg Löffler</i>	
21.1	Aufbau und Abbau von Triacylglycerinen	257
21.2	Abbau und Aufbau von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren	263
21.3	Regulation von Lipogenese und Lipolyse	275
<b>22</b>	<b>Stoffwechsel von Phosphoglyceriden und Sphingolipiden</b>	<b>279</b>
	<i>Georg Löffler</i>	
22.1	Synthese und Abbau von Phosphoglyceriden	279
22.2	Synthese und Abbau von Sphingolipiden	284
22.3	Funktionelle Metabolite von Membranlipiden	286

<b>23</b>	<b>Stoffwechsel von Cholesterin</b> .....	<b>292</b>
	<i>Georg Löffler</i>	
23.1	Cholesterin – Membranlipid und Ausgangssubstanz von Steroidhormonen und Gallensäuren .....	292
23.2	Synthese von Isoprenlipiden .....	293
23.3	Cholesterinhomöostase .....	296
<b>24</b>	<b>Lipoproteine – Transportformen der Lipide im Blut</b> .....	<b>300</b>
	<i>Georg Löffler</i>	
24.1	Zusammensetzung der Lipoproteine .....	300
24.2	Funktion und Umsatz einzelner Lipoproteine .....	302
<b>25</b>	<b>Pathobiochemie des Lipidstoffwechsels</b> .....	<b>307</b>
	<i>Georg Löffler</i>	
25.1	Störungen des Fettsäurestoffwechsels .....	307
25.2	Störungen und pharmakologische Beeinflussung des Eicosanoidstoffwechsels .....	308
25.3	Störungen des Stoffwechsels von Phosphoglyceriden und Sphingolipiden .....	309
25.4	Störungen des Lipoproteinstoffwechsels .....	310
<b>26</b>	<b>Prinzipien von Aminosäurestoffwechsel und Stickstoffumsatz</b> .....	<b>313</b>
	<i>Klaus-Heinrich Röhm</i>	
26.1	Beziehung zwischen Stickstoff, Ammoniak und Aminosäurestoffwechsel .....	313
26.2	Stickstoffumsatz im menschlichen Organismus .....	315
26.3	Enzymatische Mechanismen des Aminosäurestoffwechsels .....	317
26.4	Prinzipien des Aminosäureabbaus beim Menschen .....	322
<b>27</b>	<b>Funktioneller Aminosäurestoffwechsel</b> .....	<b>325</b>
	<i>Klaus-Heinrich Röhm</i>	
27.1	Organspezifische Aspekte .....	325
27.2	Stoffwechsel einzelner Aminosäuren .....	332
<b>28</b>	<b>Pathobiochemie des Aminosäurestoffwechsels</b> .....	<b>352</b>
	<i>Klaus-Heinrich Röhm</i>	
28.1	Neurotoxizität von Ammoniak .....	352
28.2	Angeborene Störungen im Aminosäurestoffwechsel .....	352
28.3	Aminosäurestoffwechsel in Therapie und Diagnostik .....	355
<b>29</b>	<b>Purinnucleotide – Biosynthese, Wiederverwertung und Abbau</b> .....	<b>357</b>
	<i>Monika Löffler</i>	
29.1	Biosynthese von Purinnucleotiden .....	357
29.2	Regulation der Biosynthese von Purinnucleotiden .....	360
29.3	Wiederverwertung von Purinen .....	361
29.4	Abbau von Purinnucleotiden .....	362
<b>30</b>	<b>Pyrimidinnucleotide – Biosynthese, Wiederverwertung und Abbau</b> .....	<b>365</b>
	<i>Monika Löffler</i>	
30.1	Biosynthese von Pyrimidinnucleotiden .....	365
30.2	Biosynthese von Desoxyribonucleotiden .....	366
30.3	Regulation der Biosynthese von Pyrimidinnucleotiden .....	368
30.4	Wiederverwertung der Pyrimidine .....	370
30.5	Abbau von Pyrimidinnucleotiden .....	371
<b>31</b>	<b>Pathobiochemie des Purin- und Pyrimidinstoffwechsels</b> .....	<b>372</b>
	<i>Monika Löffler</i>	
31.1	Transport und Wirkung von Hemmstoffen der Purin- und Pyrimidinbiosynthese .....	372
31.2	Störungen im Purinstoffwechsel .....	374
31.3	Störungen im Pyrimidinstoffwechsel .....	376

<b>32</b>	<b>Porphyrine – Synthese und Abbau</b> . . . . .	<b>379</b>
	<i>Matthias Müller, Hubert E. Blum, Petro E. Petrides</i>	
32.1	Die Bildung von Häm . . . . .	379
32.2	Abbau und Ausscheidung von Häm . . . . .	384
32.3	Pathobiochemie des Porphyrinstoffwechsels . . . . .	387
<b>III</b>	<b>Zelluläre Kommunikation</b> . . . . .	<b>393</b>
<b>33</b>	<b>Prinzipien zellulärer Kommunikation</b> . . . . .	<b>395</b>
	<i>Gerhard Müller-Newen, Peter C. Heinrich, Heike M. Hermanns, Fred Schaper</i>	
33.1	Kommunikation zwischen Zellen . . . . .	395
33.2	Extrazelluläre Mediatoren . . . . .	396
33.3	Rezeptoren als zentrale Signalvermittler . . . . .	398
33.4	Prinzipien der intrazellulären Signaltransduktion . . . . .	401
<b>34</b>	<b>Mediatoren</b> . . . . .	<b>407</b>
	<i>Peter C. Heinrich, Serge Haan, Heike M. Hermanns, Gerhard Müller-Newen, Fred Schaper</i>	
34.1	Hormone . . . . .	407
34.2	Cytokine . . . . .	408
<b>35</b>	<b>Rezeptoren und ihre Signaltransduktion</b> . . . . .	<b>411</b>
	<i>Peter C. Heinrich, Serge Haan, Heike M. Hermanns, Gerhard Müller-Newen, Fred Schaper</i>	
35.1	Nucleäre Rezeptoren . . . . .	411
35.2	Aktivierung membranständiger Rezeptoren . . . . .	412
35.3	G-Protein-gekoppelte Rezeptoren . . . . .	413
35.4	Rezeptoren mit intrinsischer Kinase (Rezeptorkinasen) . . . . .	420
35.5	Rezeptoren mit assoziierten Kinasen . . . . .	426
35.6	Spezielle Aktivierungsmechanismen . . . . .	436
35.7	Regulation der Rezeptoraktivierung und -inaktivierung . . . . .	439
<b>36</b>	<b>Insulin – das wichtigste anabole Hormon</b> . . . . .	<b>442</b>
	<i>Harald Staiger, Norbert Stefan, Monika Kellerer, Hans-Ulrich Häring</i>	
36.1	Aufbau . . . . .	442
36.2	Synthese in den $\beta$ -Zellen des Pankreas . . . . .	443
36.3	Sekretionsmechanismus . . . . .	445
36.4	Konzentration und Halbwertszeit im Serum . . . . .	447
36.5	Wirkspektrum . . . . .	447
36.6	Signaltransduktion . . . . .	449
36.7	Pathobiochemie: Diabetes mellitus . . . . .	451
<b>37</b>	<b>Glucagon und Katecholamine – Gegenspieler des Insulins</b> . . . . .	<b>458</b>
	<i>Harald Staiger, Norbert Stefan, Monika Kellerer, Hans-Ulrich Häring</i>	
37.1	Glucagon . . . . .	458
37.2	Katecholamine . . . . .	461
<b>38</b>	<b>Integration und hormonelle Regulation des Energiestoffwechsels</b> . . . . .	<b>466</b>
	<i>Georg Löffler</i>	
38.1	Stoffwechsel während des Hungerns . . . . .	466
38.2	Stoffwechsel bei Nahrungszufuhr . . . . .	473
38.3	Steuerung der Nahrungsaufnahme über Appetit und Sättigungsgefühl . . . . .	479
<b>39</b>	<b>Hormone des Hypothalamus und der Hypophyse</b> . . . . .	<b>483</b>
	<i>Josef Köhrle, Lutz Schomburg, Ulrich Schweizer</i>	
39.1	Hypothalamus . . . . .	483
39.2	Hypophyse . . . . .	489
39.3	Pathobiochemie . . . . .	494

<b>40</b>	<b>Steroidhormone – Produkte von Nebennierenrinde und Keimdrüsen</b> . . . . .	<b>495</b>
	<i>Ulrich Schweizer, Lutz Schomburg, Josef Köhrle</i>	
<b>40.1</b>	<b>Gemeinsame Schritte bei der Biosynthese von Cortico- und Sexualsteroiden</b> . . . . .	<b>495</b>
<b>40.2</b>	<b>Das Nebennierenrindenhormon Cortisol</b> . . . . .	<b>497</b>
<b>40.3</b>	<b>Die Gonadotropine</b> . . . . .	<b>502</b>
<b>40.4</b>	<b>Männliche Sexualsteroid</b> . . . . .	<b>503</b>
<b>40.5</b>	<b>Weibliche Sexualsteroid</b> . . . . .	<b>506</b>
<b>41</b>	<b>Schilddrüsenhormone – Zentrale Regulatoren von Entwicklung, Wachstum, Grundumsatz, Stoffwechsel und Zelldifferenzierung</b> . . . . .	<b>512</b>
	<i>Josef Köhrle, Ulrich Schweizer, Lutz Schomburg</i>	
<b>41.1</b>	<b>Regulation der Hormonproduktion der Schilddrüse durch das hypothalamisch-hypophysäre System</b>	<b>512</b>
<b>41.2</b>	<b>Biosynthese der Schilddrüsenhormone</b> . . . . .	<b>516</b>
<b>41.3</b>	<b>Zelluläre Effekte und Wirkungsmechanismen der Schilddrüsenhormone</b> . . . . .	<b>521</b>
<b>41.4</b>	<b>Pathobiochemie</b> . . . . .	<b>524</b>
<b>42</b>	<b>Wachstumshormon und Prolactin</b> . . . . .	<b>528</b>
	<i>Lutz Schomburg, Ulrich Schweizer, Josef Köhrle</i>	
<b>42.1</b>	<b>Wachstumshormon (GH)</b> . . . . .	<b>528</b>
<b>42.2</b>	<b>Prolactin</b> . . . . .	<b>531</b>
<b>42.3</b>	<b>Pathobiochemie</b> . . . . .	<b>532</b>
<b>IV</b>	<b>Molekularbiologie</b> . . . . .	<b>533</b>
<b>43</b>	<b>Zellzyklus – Koordination der Zellteilung</b> . . . . .	<b>535</b>
	<i>Peter C. Heinrich, Hans-Georg Koch, Jan Brix</i>	
<b>43.1</b>	<b>Chronologie des Zellzyklus</b> . . . . .	<b>535</b>
<b>43.2</b>	<b>Kontrolle des Zellzyklus</b> . . . . .	<b>536</b>
<b>43.3</b>	<b>Kontrolle der cyclinabhängigen Kinasen</b> . . . . .	<b>537</b>
<b>43.4</b>	<b>Wachstumsfaktoren und Zellzyklus</b> . . . . .	<b>543</b>
<b>44</b>	<b>Replikation – Die Verdopplung der DNA</b> . . . . .	<b>545</b>
	<i>Hans-Georg Koch, Jan Brix, Peter C. Heinrich</i>	
<b>44.1</b>	<b>Die DNA-Replikation ist semikonservativ</b> . . . . .	<b>545</b>
<b>44.2</b>	<b>Das Replikonmodell</b> . . . . .	<b>546</b>
<b>44.3</b>	<b>Initiation – Start der Replikation</b> . . . . .	<b>547</b>
<b>44.4</b>	<b>Elongation – Neusynthese der DNA</b> . . . . .	<b>549</b>
<b>44.5</b>	<b>Termination – Beendigung der Replikation</b> . . . . .	<b>555</b>
<b>44.6</b>	<b>Pathobiochemie</b> . . . . .	<b>556</b>
<b>45</b>	<b>DNA-Mutationen und ihre Reparatur</b> . . . . .	<b>559</b>
	<i>Hans-Georg Koch, Jan Brix, Peter C. Heinrich</i>	
<b>45.1</b>	<b>Mutationen – Veränderungen der DNA</b> . . . . .	<b>559</b>
<b>45.2</b>	<b>DNA-Reparatur</b> . . . . .	<b>562</b>
<b>46</b>	<b>Transkription und Prozessierung der RNA</b> . . . . .	<b>567</b>
	<i>Jan Brix, Hans-Georg Koch, Peter C. Heinrich</i>	
<b>46.1</b>	<b>Grundlegender Mechanismus der Transkription</b> . . . . .	<b>567</b>
<b>46.2</b>	<b>Transkription bei Prokaryonten</b> . . . . .	<b>569</b>
<b>46.3</b>	<b>Transkription bei Eukaryonten</b> . . . . .	<b>572</b>
<b>47</b>	<b>Regulation der Transkription – Aktivierung und Inaktivierung der Genexpression</b> . . . . .	<b>588</b>
	<i>Jan Brix, Hans-Georg Koch, Peter C. Heinrich</i>	
<b>47.1</b>	<b>Kontrolle der Transkription bei Prokaryonten</b> . . . . .	<b>588</b>
<b>47.2</b>	<b>Regulation der Transkription bei Eukaryonten</b> . . . . .	<b>588</b>

<b>48</b>	<b>Translation – Synthese von Proteinen</b> .....	600
	<i>Matthias Müller, Lutz Graeve</i>	
48.1	Der genetische Code und seine molekularen Übersetzer .....	600
48.2	Translationsmechanismus .....	606
48.3	Modifikation der Translationsaktivität .....	611
<b>49</b>	<b>Proteine – Transport, Modifikation und Faltung</b> .....	615
	<i>Matthias Müller, Lutz Graeve</i>	
49.1	Proteinfaltung .....	615
49.2	Transmembraner Proteintransport .....	618
49.3	Covalente Modifikation von Proteinen .....	623
<b>50</b>	<b>Proteine – Mechanismen ihres Abbaus</b> .....	629
	<i>Matthias Müller, Lutz Graeve</i>	
50.1	Proteasen .....	629
50.2	Markierung für den Abbau .....	629
50.3	Abbau durch das Proteasom .....	630
50.4	Lysosomale Proteolyse .....	631
50.5	Intramembrane Proteolyse .....	631
<b>51</b>	<b>Apoptose – Der programmierte Zelltod</b> .....	633
	<i>Peter C. Heinrich, Hans-Georg Koch, Jan Brix</i>	
51.1	Auslöser der Apoptose .....	633
51.2	Effektorcaspasen .....	637
51.3	Kontrolle der Apoptose .....	637
<b>52</b>	<b>Grundlagen der Tumorentstehung</b> .....	638
	<i>Burkhard Brandt, Petro E. Petrides</i>	
52.1	Krebsepidemiologie .....	638
52.2	Molekulare Parameter der Malignität von Tumorzellen .....	639
52.3	Das Genom der Tumorzelle .....	640
52.4	Transkriptom der Tumorzelle .....	642
52.5	Funktion des Tumorphroteoms .....	643
<b>53</b>	<b>Spezifische Tumore – Entstehung, Progression und Therapie</b> .....	649
	<i>Burkhard Brandt, Petro E. Petrides</i>	
53.1	Funktion von Onkogenen und Tumorsuppressorgenen bei den häufigsten Karzinomen .....	649
53.2	Bedeutung von Mutationen in Mutator- und Tumorsuppressorgenen für die genetische Prädisposition der häufigsten Karzinome .....	652
53.3	Viren als Auslöser von malignen Tumoren .....	655
53.4	Die Tumorprogression: Molekulare Mechanismen der Metastasenbildung .....	655
53.5	Effektive Therapien solider Tumoren .....	658
<b>54</b>	<b>Gentechnik</b> .....	660
	<i>Jan Brix, Peter C. Heinrich, Hans-Georg Koch, Georg Löffler</i>	
54.1	Grundlagen der Gentechnik .....	660
54.2	Vektoren zum Einschleusen fremder DNA in Wirtszellen .....	669
54.3	DNA-Bibliotheken (DNA-Banken) .....	673
54.4	Gentechnik in den Grundlagenwissenschaften .....	674
54.5	Gentechnisch produzierte Medikamente ( <i>Biologicals</i> ) .....	676
<b>55</b>	<b>Gentechnik in höheren Organismen – Transgene Tiere und Gentherapie</b> .....	679
	<i>Jan Brix, Peter C. Heinrich, Hans-Georg Koch, Georg Löffler</i>	
55.1	Transgene Tiere als Modellorganismen .....	679
55.2	Knockout-Mäuse .....	679
55.3	Genregulation durch RNA-Interferenz: <i>Knockdown</i> .....	681
55.4	Gentherapie .....	683

<b>V</b>	<b>Funktionelle Biochemie der Organe</b> .....	<b>685</b>
<b>56</b>	<b>Energiebilanz und Ernährungszustand</b> .....	<b>687</b>
	<i>Hannelore Daniel, Uwe Wenzel</i>	
<b>56.1</b>	<b>Die Energiebilanz</b> .....	<b>687</b>
<b>56.2</b>	<b>Der Ernährungsstatus</b> .....	<b>692</b>
<b>56.3</b>	<b>Positive und negative Energiebilanz</b> .....	<b>693</b>
<b>57</b>	<b>Makronährstoffe und ihre Bedeutung</b> .....	<b>696</b>
	<i>Hannelore Daniel, Uwe Wenzel</i>	
<b>57.1</b>	<b>Die Stoffwechselbedeutung von Proteinen, Lipiden und Kohlenhydraten und ihre Beteiligung an der Homöostase</b> .....	<b>696</b>
<b>57.2</b>	<b>Besondere Ernährungserfordernisse</b> .....	<b>703</b>
<b>58</b>	<b>Fettlösliche Vitamine</b> .....	<b>706</b>
	<i>Regina Brigelius-Flohé</i>	
<b>58.1</b>	<b>Allgemeine Grundlagen</b> .....	<b>706</b>
<b>58.2</b>	<b>Vitamin A – Retinol und seine Derivate</b> .....	<b>708</b>
<b>58.3</b>	<b>Vitamin D – Calciferole</b> .....	<b>712</b>
<b>58.4</b>	<b>Vitamin E – Tocopherole und Tocotrienole</b> .....	<b>714</b>
<b>58.5</b>	<b>Vitamin K</b> .....	<b>717</b>
<b>59</b>	<b>Wasserlösliche Vitamine</b> .....	<b>720</b>
	<i>Regina Brigelius-Flohé</i>	
<b>59.1</b>	<b>Vitamin C – Ascorbinsäure</b> .....	<b>720</b>
<b>59.2</b>	<b>Vitamin B<sub>1</sub> – Thiamin</b> .....	<b>723</b>
<b>59.3</b>	<b>Vitamin B<sub>2</sub> – Riboflavin</b> .....	<b>724</b>
<b>59.4</b>	<b>Niacin und Niacinamid</b> .....	<b>724</b>
<b>59.5</b>	<b>Vitamin B<sub>6</sub> - Pyridoxin</b> .....	<b>726</b>
<b>59.6</b>	<b>Pantothensäure</b> .....	<b>728</b>
<b>59.7</b>	<b>Biotin</b> .....	<b>729</b>
<b>59.8</b>	<b>Folsäure</b> .....	<b>730</b>
<b>59.9</b>	<b>Vitamin B<sub>12</sub> – Cobalamin</b> .....	<b>732</b>
<b>59.10</b>	<b>Biochemischer Nachweis von Mangelzuständen wasserlöslicher Vitamine</b> .....	<b>734</b>
<b>60</b>	<b>Essentielle Spurenelemente</b> .....	<b>736</b>
	<i>Regina Brigelius-Flohé, Petro E. Petrides</i>	
<b>60.1</b>	<b>Definition, Einteilung und Bedarf</b> .....	<b>736</b>
<b>60.2</b>	<b>Chrom</b> .....	<b>736</b>
<b>60.3</b>	<b>Cobalt</b> .....	<b>736</b>
<b>60.4</b>	<b>Eisen</b> .....	<b>736</b>
<b>60.5</b>	<b>Fluor</b> .....	<b>740</b>
<b>60.6</b>	<b>Iod</b> .....	<b>740</b>
<b>60.7</b>	<b>Kupfer</b> .....	<b>740</b>
<b>60.8</b>	<b>Mangan</b> .....	<b>741</b>
<b>60.9</b>	<b>Molybdän</b> .....	<b>741</b>
<b>60.10</b>	<b>Selen</b> .....	<b>741</b>
<b>60.11</b>	<b>Zink</b> .....	<b>743</b>
<b>61</b>	<b>Gastrointestinaltrakt</b> .....	<b>745</b>
	<i>Georg Löffler, Joachim Mössner</i>	
<b>61.1</b>	<b>Verdauungssekrete</b> .....	<b>745</b>
<b>61.2</b>	<b>Regulation gastrointestinaler Sekretion und Pathobiochemie</b> .....	<b>753</b>
<b>61.3</b>	<b>Verdauung und Resorption</b> .....	<b>758</b>
<b>61.4</b>	<b>Intestinales Immunsystem</b> .....	<b>768</b>

<b>62</b>	<b>Leber – Zentrales Stoffwechselorgan</b> . . . . .	<b>770</b>
	<i>Dieter Häussinger, Georg Löffler</i>	
<b>62.1</b>	<b>Der Aufbau der Leber</b> . . . . .	<b>770</b>
<b>62.2</b>	<b>Stoffwechselleistungen der Hepatocyten</b> . . . . .	<b>772</b>
<b>62.3</b>	<b>Biotransformation – Metabolisierung von Endo- und Xenobiotica</b> . . . . .	<b>776</b>
<b>62.4</b>	<b>Gallesekretion</b> . . . . .	<b>779</b>
<b>62.5</b>	<b>Charakteristika von Sinusendothelien, Kupffer- und Sternzellen</b> . . . . .	<b>783</b>
<b>62.6</b>	<b>Pathobiochemie</b> . . . . .	<b>783</b>
<b>63</b>	<b>Quergestreifte Muskulatur</b> . . . . .	<b>787</b>
	<i>Dieter O. Fürst, Rolf Schröder</i>	
<b>63.1</b>	<b>Funktioneller Aufbau der Skelettmuskulatur</b> . . . . .	<b>787</b>
<b>63.2</b>	<b>Molekularer Aufbau und Funktion der Skelettmuskulatur</b> . . . . .	<b>788</b>
<b>63.3</b>	<b>Stoffwechsel der Muskulatur</b> . . . . .	<b>796</b>
<b>63.4</b>	<b>Besonderheiten der Herzmuskulatur</b> . . . . .	<b>799</b>
<b>63.5</b>	<b>Pathobiochemie angeborener und erworbener Muskelerkrankungen</b> . . . . .	<b>801</b>
<b>64</b>	<b>Die glatte Muskulatur</b> . . . . .	<b>805</b>
	<i>Gabriele Pfitzer</i>	
<b>64.1</b>	<b>Aufgaben der glatten Muskulatur und funktionelle Einteilungsprinzipien</b> . . . . .	<b>805</b>
<b>64.2</b>	<b>Struktur der glatten Muskulatur und Proteine des kontraktile Apparats</b> . . . . .	<b>806</b>
<b>64.3</b>	<b>Molekulare Grundlagen der Kontraktion</b> . . . . .	<b>807</b>
<b>64.4</b>	<b>Erregungs-Kontraktions-Kopplung</b> . . . . .	<b>812</b>
<b>64.5</b>	<b>Relaxation der glatten Muskulatur</b> . . . . .	<b>814</b>
<b>64.6</b>	<b>Plastizität der glatten Muskulatur</b> . . . . .	<b>815</b>
<b>64.7</b>	<b>Die glatte Muskulatur ist an vielen Erkrankungen der inneren Organe beteiligt</b> . . . . .	<b>815</b>
<b>65</b>	<b>Niere – Ausscheidung von Wasser und Elektrolyten</b> . . . . .	<b>817</b>
	<i>Armin Kurtz</i>	
<b>65.1</b>	<b>Funktionen und Aufbau der Nieren</b> . . . . .	<b>817</b>
<b>65.2</b>	<b>Energiestoffwechsel in der Niere</b> . . . . .	<b>820</b>
<b>65.3</b>	<b>Endokrine Aktivitäten der Niere</b> . . . . .	<b>821</b>
<b>65.4</b>	<b>Natriumhaushalt und renale Natriumreabsorption</b> . . . . .	<b>822</b>
<b>65.5</b>	<b>Wasserhaushalt und renale Wasserreabsorption</b> . . . . .	<b>829</b>
<b>65.6</b>	<b>Kaliumhaushalt und renale Kaliumausscheidung</b> . . . . .	<b>834</b>
<b>65.7</b>	<b>Renale Reabsorption von Monosacchariden, Peptiden und Aminosäuren</b> . . . . .	<b>835</b>
<b>65.8</b>	<b>Harnpflichtige Substanzen</b> . . . . .	<b>836</b>
<b>65.9</b>	<b>Pathobiochemie des Wasser- und Elektrolythaushalts</b> . . . . .	<b>836</b>
<b>66</b>	<b>Der Säure-Basen- und Mineralhaushalt</b> . . . . .	<b>840</b>
	<i>Armin Kurtz</i>	
<b>66.1</b>	<b>Der Säure-Basen-Haushalt</b> . . . . .	<b>840</b>
<b>66.2</b>	<b>Calcium- und Phosphathaushalt</b> . . . . .	<b>846</b>
<b>66.3</b>	<b>Pathobiochemie des Säure-Basen- und Mineralhaushalts</b> . . . . .	<b>853</b>
<b>67</b>	<b>Blut – Bestandteile und Blutplasma</b> . . . . .	<b>857</b>
	<i>Gerhard Müller-Newen, Petro E. Petrides</i>	
<b>67.1</b>	<b>Bestandteile des Blutes</b> . . . . .	<b>857</b>
<b>67.2</b>	<b>Elektrolyte und niedermolekulare Bestandteile des Blutplasmas</b> . . . . .	<b>857</b>
<b>67.3</b>	<b>Plasmaproteine</b> . . . . .	<b>858</b>
<b>67.4</b>	<b>Pathobiochemie</b> . . . . .	<b>862</b>
<b>68</b>	<b>Blut – Hämatopoese und Erythrocyten</b> . . . . .	<b>863</b>
	<i>Gerhard Müller-Newen, Petro E. Petrides</i>	
<b>68.1</b>	<b>Hämatopoese</b> . . . . .	<b>863</b>
<b>68.2</b>	<b>Erythrocyten</b> . . . . .	<b>865</b>
<b>68.3</b>	<b>Pathobiochemie</b> . . . . .	<b>875</b>

<b>69</b>	<b>Blut – Thrombocyten und Leukocyten</b> .....	877
	<i>Gerhard Müller-Newen, Petro E. Petrides</i>	
<b>69.1</b>	<b>Thrombocyten – Blutgerinnung und Fibrinolyse</b> .....	877
<b>69.2</b>	<b>Leukocyten</b> .....	887
<b>70</b>	<b>Immunologie</b> .....	893
	<i>Siegfried Ansorge, Michael Täger</i>	
<b>70.1</b>	<b>Rolle des Immunsystems</b> .....	893
<b>70.2</b>	<b>Unspezifische, angeborene Immunantwort</b> .....	894
<b>70.3</b>	<b>Das spezifische, adaptive Immunsystem</b> .....	899
<b>70.4</b>	<b>Instrumente und Mechanismen der Antigenerkennung</b> .....	900
<b>70.5</b>	<b>Prozessierung und Präsentation von Protein-Antigenen</b> .....	901
<b>70.6</b>	<b>Zellen der spezifischen Immunantwort</b> .....	903
<b>70.7</b>	<b>Mechanismen der T-Zell-Aktivierung</b> .....	906
<b>70.8</b>	<b>B-Lymphocyten</b> .....	911
<b>70.9</b>	<b>Antikörper</b> .....	914
<b>70.10</b>	<b>Zirkulation von Lymphocyten</b> .....	922
<b>70.11</b>	<b>Interaktionen der unspezifischen, angeborenen und spezifischen, adaptiven Immunantwort</b> .....	923
<b>70.12</b>	<b>Immunabwehr von Mikroorganismen</b> .....	925
<b>70.13</b>	<b>Pathobiochemie</b> .....	927
<b>71</b>	<b>Extrazelluläre Matrix – Struktur und Funktion</b> .....	931
	<i>Rainer Deutzmann, Peter Bruckner</i>	
<b>71.1</b>	<b>Aufbau der extrazellulären Matrix (EZM)</b> .....	931
<b>71.2</b>	<b>Abbau der extrazellulären Matrix</b> .....	949
<b>71.3</b>	<b>Pathobiochemie: Angeborene Erkrankungen des Kollagenstoffwechsels</b> .....	950
<b>72</b>	<b>Knorpel- und Knochengewebe</b> .....	952
	<i>Rainer Deutzmann, Peter Bruckner</i>	
<b>72.1</b>	<b>Aufbau und Biosynthese von Knorpel und Knochen</b> .....	952
<b>72.2</b>	<b>Regulation der Chondro- und Osteogenese durch Hormone</b> .....	955
<b>72.3</b>	<b>Osteoklasten – Abbau und Umbau von Knochen</b> .....	955
<b>72.4</b>	<b>Knochenwachstum bis zur Pubertät</b> .....	957
<b>72.5</b>	<b>Homöostase von Knochengewebe</b> .....	957
<b>72.6</b>	<b>Knochenumbau durch Cytokine und Steroidhormone</b> .....	957
<b>72.7</b>	<b>Pathobiochemie: Knochenerkrankungen</b> .....	958
<b>73</b>	<b>Haut</b> .....	961
	<i>Leena Bruckner-Tuderman, Peter Bruckner</i>	
<b>73.1</b>	<b>Aufbau und Funktionen der Haut</b> .....	961
<b>73.2</b>	<b>Epidermis</b> .....	961
<b>73.3</b>	<b>Dermoepidermale Junktionszone</b> .....	962
<b>73.4</b>	<b>Dermis</b> .....	963
<b>73.5</b>	<b>Pathobiochemie der Haut</b> .....	964
<b>74</b>	<b>Nervensystem</b> .....	968
	<i>Petra May, Cord-Michael Becker, Hans H. Bock</i>	
<b>74.1</b>	<b>Neuronen, Erregungsleitung und -übertragung</b> .....	968
<b>74.2</b>	<b>Glia</b> .....	984
<b>74.3</b>	<b>Blutgefäße und Liquor</b> .....	986
<b>74.4</b>	<b>Stoffwechsel des Gehirns</b> .....	988
<b>74.5</b>	<b>Neurodegenerative Erkrankungen</b> .....	990
	<b>Anhang</b> .....	995
	Abkürzungen .....	996
	Genetischer Code, Wichtige Gleichungen .....	998
	Stichwortverzeichnis .....	999